

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-318320

(43)Date of publication of application : 12.12.1997

(51)Int.Cl.

GO1B 11/00

(21)Application number : 08-136171

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 30.05.1996

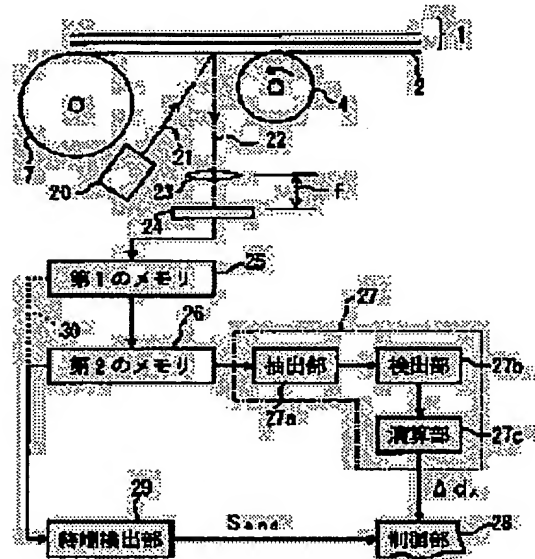
(72)Inventor : ONDA NOBUHIKO
TAMAMUSHI KAZUO

(54) MOVING AMOUNT MEASUREMENT DEVICE FOR PAPER-LIKE OBJECT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure moving amount of a paper-like object real time by calculating frequency peak interval of frequency spectrum extracted by an extracting means.

SOLUTION: A light irradiation means 20 emits a coherent light 21 on either a front or a rear surface of a bill 2, and an optical system 23 condenses a reflection light 22 for it to be imaged at a position of focal length f , and an imaging device 24 is provided at the imaging position. In the first memory 25, the output of a device 24 at a time point T_{ak} is stored, and in the second memory 26, the output of the device 24 at a time point $T_{\alpha+\beta}$ is stored. (α and β are time variables set by a processing program) Then, an extracting part 27a of a picture processing part 27 takes in a stored image in the memory 26, and extracts a frequency spectrum out of the picture, and a detecting part 27b detects a frequency peak of the frequency spectrum, and then, a calculation part 27c calculates a moving amount based on the interval of adjoining frequency peaks.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-318320

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl.⁹

G 0 1 B 11/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 B 11/00

技術表示箇所

F

H

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-136171

(22) 出願日 平成8年(1996)5月30日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 恩田 信彦

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 玉虫 一雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 有我 軍一郎

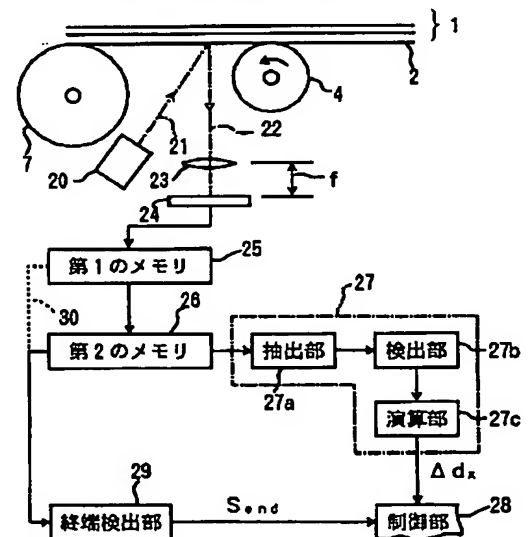
(54) 【発明の名称】 ペーパー状物体の移動量測定装置

(57) 【要約】

【課題】・ペーパー状物体の移動量をリアルタイムに測定できる新規な技術を提供しその測定結果に基づいて搬送機構各部の設定値のフィードバック制御を可能とする。

【解決手段】 少なくとも一方向が粗面で且つ無透明なペーパー状物体の粗面にコヒーレントな光を照射する光照射手段、ペーパー状物体の粗面からの反射光を受光して電気的な画像信号に変換する光電変換手段、第1の時点における光電変換手段の出力を記憶する第1の記憶手段、第1の時点から所定時間経過後の第2の時点における光電変換手段の出力を記憶する第2の記憶手段、第1の記憶手段の記憶画像と第2の記憶手段の記憶画像との合成画像から周波数スペクトルを抽出する抽出手段、及び、抽出手段によって抽出された周波数スペクトルの周波数ピーク間隔を演算する演算手段を備える。

一実施例の概念構成図



2 : 紙幣 (ペーパー状物体) 27a: 抽出部 (抽出手段)
20: 光照射手段 27b: 検出部 (演算手段)
24: 撮像デバイス (光電変換手段) 27c: 演算部 (演算手段)
25: 第1のメモリ (第1の記憶手段) 29: 終端検出部
28: 第2のメモリ (第2の記憶手段) (領域検出手段)

(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも一方向が粗面で且つ無透明なペーパー状物体の粗面にコヒーレントな光を照射する光照射手段と、

ペーパー状物体の粗面からの反射光を受光して電氣的な画像信号に変換する光電変換手段と、

第1の時点における光電変換手段の出力を記憶する第1の記憶手段と、

第1の時点から所定時間経過後の第2の時点における光電変換手段の出力を記憶する第2の記憶手段と、

第1の記憶手段の記憶画像と第2の記憶手段の記憶画像との合成画像から周波数スペクトルを抽出する抽出手段と、

抽出手段によって抽出された周波数スペクトルの周波数ピーク間隔を演算する演算手段と、を備えたことを特徴とするペーパー状物体の移動量測定装置。

【請求項2】少なくとも一方向が粗面で且つ無透明なペーパー状物体の粗面にコヒーレントな光を照射する光照射手段と、

ペーパー状物体の粗面からの反射光を受光して電氣的な画像信号に変換する光電変換手段と、

第1の時点における光電変換手段の出力を記憶する第1の記憶手段と、

第1の時点から所定時間経過後の第2の時点における光電変換手段の出力を記憶する第2の記憶手段と、

第1の記憶手段の記憶画像と第2の記憶手段の記憶画像との相関をとる相関手段と、を備えたことを特徴とするペーパー状物体の移動量測定装置。

【請求項3】ペーパー状物体の粗面に対して斜めにコヒーレント光を照射すると共に、第1の記憶手段又は第2の記憶手段の記憶画像から反射光量ゼロに相当する信号レベルの画素群で構成された画像領域を検出する領域検出手段を備えたことを特徴とする請求項1又は2記載のペーパー状物体の移動量測定装置。

【請求項4】請求項1記載の演算手段の出力若しくは請求項2記載の相関手段の出力が所定の目標値と一致するように、ペーパー状物体の搬送に関与する各種制御量の全部又は一部をフィードバック制御することを特徴とするペーパー状物体の搬送機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも一方向が粗面で且つ無透明なペーパー状物体（注）の移動量を測定する装置に関し、例えば、紙幣などの有価証券類の搬送機構に適用して好ましい装置に関する。注：典型的には紙……植物性の繊維材料に苛性ソーダや石灰を加えて煮沸し、更につき砕いて軟塊とし、樹脂又は糊などを加えて漉いて製した薄片のこと（引用：広辞苑）……であるが、これに限らない。他の材料であってもよいし、添加物や製法などが異なってもよい。要は、光

2

を乱反射する粗面を有し且つ無透明でしかも柔軟性を有する薄片であればよい。

【0002】

【従来の技術】一般に、複写機やプリンタなどの紙送り機構に多重送りトラブル（複数枚の紙をまとめて送ってしまう）が発生してもそれほど問題にはならないが、紙幣や株券といった有価証券類でこのようなトラブルが発生すると業務に重大な影響を与えるから、絶対に避けなければならない。

10 【0003】図12は、特に限定しないが、紙幣搬送機構の要部概略構成図である。この図において、1は多数枚の紙幣2を積み重ねた紙幣束である。紙幣束1の下面は、モータ3によって所定方向（矢印4a参照）に回転駆動されるピックアップローラ4の外周面に接し、紙幣束1の上面には、プッシュプレート5を介して第1の荷重調節手段6からの押荷重Waが加えられている。ピックアップローラ4を回転させると、Waに応じた摩擦抵抗が紙幣2とピックアップローラ4の間に生じ、紙幣2が繰り出される。

20 【0004】7は紙幣2の繰り出し方向前方の所定位置に配置された回転自在なフィードローラである。フィードローラ7は、図13に示すように、適当な間隔で並べられた複数の円盤状部材7a～7fを備え、各円盤状部材7a～7fの間には、円弧状外周面を有する複数の部材8a～8f（まとめて「セパレータ8」と言う）が配置されている。ここで、D₁はフィードローラ7の回転中心からセパレータ8の外周面までの距離、D₂はフィードローラ7の半径であり、両者は「D₁ + F = D₂」の関係にある。すなわち、フィードローラ7とセパレータ8は、距離Fだけオーバーラップしている。

30 【0005】図12において、9はセパレータ8を支持する支持プレートである。この支持プレート9は、支点9aに揺動自在に支持されると共に、第2の荷重調節手段10からの引っ張り荷重Wbが加えられており、ベアリング11を介してWbの力でフィードローラ7に接している。12は紙幣2の搬送経路上に光を照射する発光部、13はその光を電気信号に変換して出力する受光部であり、これらは、紙幣2の通過を検出する検出手段を構成する。

40 【0006】このような構成において、正確な紙送りを行うためには、搬送機構各部の設定値（モータ3の回転数や回転速度、第1及び第2の荷重調節手段6、10の発生荷重Wa、Wbなど）を適正に調節しなければならない。例えば、Waが大きすぎると多重送りが発生する。検出手段（発光部12、受光部13）は、単に紙幣2の通過をカウントする機能しかないから、このようなトラブルには対処できない。したがって、あらかじめ紙幣束1の枚数を数えておき、最終カウント値と照合して良否を判定するという事後処置がとられる。

【0007】

50 【発明が解決しようとする課題】上述のとおり、従来の

(3)

3

搬送機構にあつては、多重送りなどのトラブルが発生しても事後にしか検出できないため、実際の運用に際しては、搬送機構各部の設定値の調節を対症療法的にしか行うことができず、サービスマンによる保守作業がしばしば必要で、運用コストが高むという問題点があった。

【0008】そこで、本発明は、ペーパー状物体の移動量をリアルタイムに測定できる新規な技術を提供し、以て、その測定結果に基づいて搬送機構各部の設定値のフィードバック制御を可能とすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明に係るペーパー状物体の移動量測定装置は、少なくとも一方が粗面で且つ無透明なペーパー状物体の粗面にコヒーレントな光を照射する光照射手段と、ペーパー状物体の粗面からの反射光を受光して電氣的な画像信号に変換する光電変換手段と、第1の時点における光電変換手段の出力を記憶する第1の記憶手段と、第1の時点から所定時間経過後の第2の時点における光電変換手段の出力を記憶する第2の記憶手段と、第1の記憶手段の記憶画像と第2の記憶手段の記憶画像との合成画像から周波数スペクトルを抽出する抽出手段と、抽出手段によって抽出された周波数スペクトルの周波数ピーク間隔を演算する演算手段と、を備えたことを特徴とする。

【0010】請求項2記載の発明に係るペーパー状物体の移動量測定装置は、少なくとも一方が粗面で且つ無透明なペーパー状物体の粗面にコヒーレントな光を照射する光照射手段と、ペーパー状物体の粗面からの反射光を受光して電氣的な画像信号に変換する光電変換手段と、第1の時点における光電変換手段の出力を記憶する第1の記憶手段と、第1の時点から所定時間経過後の第2の時点における光電変換手段の出力を記憶する第2の記憶手段と、第1の記憶手段の記憶画像と第2の記憶手段の記憶画像との相関をとる相関手段と、を備えたことを特徴とする。

【0011】請求項3記載の発明に係るペーパー状物体の移動量測定装置は、請求項2又は3記載の発明において、ペーパー状物体の粗面に対して斜めにコヒーレント光を照射すると共に、第1の記憶手段又は第2の記憶手段の記憶画像から反射光量ゼロに相当する信号レベルの画素群で構成された画像領域を検出する領域検出手段を備えたことを特徴とする。

【0012】請求項4記載の発明に係るペーパー状物体の搬送機構は、請求項1記載の発明の演算手段の出力若しくは請求項2記載の発明の相関手段の出力が所定の目標値と一致するように、ペーパー状物体の搬送に関与する各種制御量の全部又は一部をフィードバック制御することを特徴とする。請求項1記載の発明では、スペックルパターン（後述）に相当する合成画像が得られ、抽出手段でその合成画像からヤング縞が抽出された後、演算手段でそのヤング縞の間隔が求められる。

4

【0013】ここで、スペックルパターンの統計的性質（大きさの平均値や強度の分布など）は、粗面の粗さが光照射手段からのコヒーレント光の波長に比較して大きい場合には、その粗面の性質に依存しないが、粗面の変位（すなわちペーパー状物体の移動）には強く影響され、特にヤング縞の間隔に大きな変化が出る。したがって、このヤング縞の間隔に対応する値（周波数スペクトルの周波数ピーク間隔）を求めることにより、ペーパー状物体の第1の時点から第2の時点までの移動量を正確に測定することができる。

【0014】請求項2記載の発明では、二つの記憶画像の相関結果からペーパー状物体の第1の時点から第2の時点までの移動量が測定される。画像比較だけでよく、周波数処理を要しないため、回路構成を簡素化できる。二つの画像に明らかなずれがある場合に適用できる。請求項3記載の発明では、ペーパー状物体の粗面に対して斜めにコヒーレント光を照射するため、ペーパー状物体の紙端部に同物体の厚みに応じたサイズの影ができ、この影の部分が領域検出手段によって検出される。したがって、上記紙端部が搬送方向の終端部となるように、コヒーレント光の照射角を適切に設定すれば、ペーパー状物体の終端部を検出でき、繰り出し側でも送り数のカウントができる。

【0015】請求項4記載の発明では、搬送機構の各制御量のリアルタイム制御が可能となり、一時的に搬送状態が変動してもそれに追従して各制御量が適切に変化する。したがって、例えば、ペーパー状物体の状態が不揃いな場合でも支障なく搬送を行うことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。図1～図10は本発明に係るペーパー状物体の移動量測定装置の一実施例を示す図であり、図12の搬送機構への適用例である。なお、図12と共通の構成要素には同一の符号を付してある。

【0017】まず、構成を説明する。図1において、20は紙幣2の表裏いずれかの面にコヒーレント光21（波長 λ と位相が揃った光；典型的にはレーザ光）を照射する光照射手段（例えばレーザダイオード）である。なお、一般に紙幣2は、専用紙の表裏に特殊印刷を施して作られており、いずれの面にも光沢がなく、しかも用紙全体が無透明であるから、発明の要旨に記載の「少なくとも一方が粗面で且つ無透明なペーパー状物体」に相当する。

【0018】ここで、図2に示すように、コヒーレント光21の紙幣2への入射点をO、コヒーレント光21の光軸をAO、紙幣2の搬送方向先端の任意点をB、入射点Oを通る紙幣2の粗面からの鉛直線をCOとすると、角度AOCはコヒーレント光21の紙幣2への入射角になる。本実施例の入射角AOCは、0度よりも大きく90度よりも小さな値に設定してある。これは、紙幣2の

(4)

5

終端部を検出（後述）するための必須事項の一つである。

【0019】22は紙幣2の粗面からの反射光であり、この反射光の反射角（図2の鉛直線COとのなす角）は、反射面が粗面のために乱反射して一意に定まらないが、図では便宜的に0度に合わせてある。23は反射光22を集光して焦点距離 f の位置に結像させるための光学系であり、24は結像位置に設けられた撮像デバイス（光電変換手段）である。本実施例では、撮像デバイス24にCCD（Charge Coupled Device）を用いているがこれに限らない。要は、光を電気的な画像信号に変換して出力できるものであればよく、スペース的な問題がなければ撮像管を用いても構わない。

【0020】25及び26はそれぞれ半導体メモリ（以下「第1メモリ25、第2メモリ26」である。これらのメモリ25、26の記憶容量は、少なくとも撮像デバイス24の画素数分確保されており、第1のメモリ25には、時点 T_α における撮像デバイス24の出力が記憶され、また、第2のメモリ26には時点 $T_\alpha + \beta$ における撮像デバイス24の出力が記憶されるようになっている。ここで、 α 、 β は後述の処理プログラムによって定められる時間変数で、特に、 β は発明の要旨に記載の「所定時間」である。したがって、第1のメモリ25は、第1の時点（ T_α ）における光電変換手段（撮像デバイス24）の出力を記憶する第1の記憶手段として機能し、また、第2のメモリ26は、第1の時点（ T_α ）から所定時間（ β ）経過後の第2の時点（ $T_\alpha + \beta$ ）における光電変換手段の出力を記憶する第2の記憶手段として機能する。

【0021】なお、撮像デバイス24、第1のメモリ25及び第2のメモリ26の間の信号経路は、図解の都合上、単純化して示してあるが、実際には、撮像デバイス24の出力をデジタル信号に変換するためのA/D変換器を有するI/O部と、このI/O部並びに第1のメモリ25及び第2のメモリ26を間を相互に接続するバスとを含み、（1）撮像デバイス24からの画像信号を第1のメモリに書き込んだり、（2）第1のメモリ25の記憶画像を第2のメモリに転送したり、（3）第1のメモリ25の記憶画像に第2のメモリ26の記憶画像を合成してその合成画像（スペックルパターン）を第2のメモリ26に書き込んだりできるようになっている。

【0022】27は画像処理部である。この画像処理部27は、第2のメモリ26の記憶画像（但し上述の合成画像；スペックルパターン）を取り込んで、その画像中から周波数スペクトルを抽出する抽出部（抽出手段）27aと、周波数スペクトルの周波数ピークを検出する検出部（演算手段）27bと、隣接する周波数ピークの間隔から移動量 Δd_x を演算する演算部（演算手段）27cとから構成されている。

【0023】ここで、周波数スペクトルを抽出する抽出

6

部27aに、非正弦波交流信号の基本波と高調波を取り出すフーリエ変換（Fourier Transform）を利用してもよい。フーリエ変換を用いた場合、検出部27bは、基本波と高調波のそれぞれの周波数を検出し、演算部27cは、隣接周波数の間隔（例えば基本波と第2高調波の間隔）を求め、その間隔に比例した値を移動量 Δd_x として搬送機構の制御部28に出力する。

【0024】29は紙幣2の終端を検出する終端検出部である。この終端検出部29は、第2のメモリ26の記憶画像をモニタし、“特定論理”の画素群で構成された画素領域（後述の黒帯領域）を見つけた場合に、紙幣2の終端を示す終端検出信号Sendを搬送機構の制御部28に出力する。特定論理とは、撮像デバイス24の黒レベル出力に相当する論理であり、要するに、紙幣2からの反射光22の光量ゼロに相当する論理である。なお、終端検出部29のモニタ画像は、第1のメモリの記憶画像であっても構わない（破線30参照）。

【0025】次に、作用を説明する。図3は本実施例の処理プログラムを示す概略フローである。この処理フローは、フロー中の終了判定ステップ（ステップ45）でYESを判定するまでの間、所定の周期 β で繰り返し実行するというものであり、フローの繰返し回数を以下の説明では i で表わすことにする。 $i=1$ （起動直後の1回目の処理）では、まず、ステップ40でタイマー変数Time（バックグラウンド処理によって逐次にタイムアップされる変数）を0に初期化する。そして、ステップ41で第1のメモリ25の記憶画像（ $i=1$ では何も記憶されていない）を第2のメモリ26に転送し、ステップ42で撮像デバイス24を起動して紙幣2の粗面の画像信号を取得し、ステップ43でその画像信号を第1のメモリに記憶する。ステップ42の撮影時点が先に述べた T_α （第1の時点）である。 T_α の管理はタイマー変数Timeによって行うことができる。次に、実際には、ステップ44～46の終端検出処理を実行するが、この処理は本処理プログラムの終了ルーチンでもあるから、ステップ47以降を説明する。

【0026】ステップ47で、第1のメモリ25の記憶画像と第2のメモリ26の記憶画像とを画素単位に加算して合成画像を作る。 $i=1$ では第2のメモリ26に何も記憶されていないため、合成画像は第1のメモリ25の記憶画像（時点 T_α で撮影された画像）そのものである。したがって、無駄な処理を避けるため、 $i=1$ の場合は、以降のフーリエ変換（ステップ48）、ヤング縞の間隔検出（ステップ49）、移動量 Δd_x の演算（ステップ50）及び移動量 Δd_x の出力（ステップ51）をパスし、ステップ51で $Time = \beta$ になるまで待つようにプログラムするのが望ましい。 $Time = \beta$ になると、 $i=2$ にして、以上のステップを繰り返す。

【0027】 $i=2$ では、まず、ステップ40でTimeを0に初期化し、ステップ41で第1のメモリ25の

50

(5)

記憶画像 ($i = 1$ の $T\alpha$ で撮影された画像信号) を第2のメモリ26に転送し、ステップ42で撮像デバイス24を起動して紙幣2の粗面の画像信号を取得し、ステップ43でその画像信号を第1のメモリに記憶する。ステップ42の撮影時点が $i = 2$ の $T\alpha$ である。次に、ステップ47で、第1のメモリ25の記憶画像と第2のメモリ26の記憶画像とを画素単位に加算して合成画像を作る。この段階における第1のメモリ25の記憶画像は $i = 2$ の $T\alpha$ で撮影された画像信号であり、また、第2のメモリ26の記憶画像は $i = 1$ の $T\alpha$ で撮影された画像信号であり、 $i = 1$ と $i = 2$ の間には β の時間差があるから、結局、 $i = 2, 3, 4, \dots$ のステップ47では、 $T\alpha$ の画像信号と $T\alpha + \beta$ の画像信号との合成画像を生成することになる。

* 【0028】ここで、 $i = 2, 3, 4, \dots$ の合成画像について説明する。紙幣2のような粗面にコヒーレント光21を照射すると、乱反射によって光の干渉が起こり、ランダムな強度分布を持った干渉パターン(スペックルパターン; 図4参照)が現れる。スペックルパターンは紙幣2の移動量が微小である限り、その移動前後でほとんど形を変えることはない。今、移動前のスペックルパターンの強度分布を $I_0(x, y)$ とし、紙幣2の移動量を x, y 座標軸の x 軸方向に Δd_x と仮定すると、移動前後のスペックルパターンを合成した、いわゆるスペックルグラム(図5参照)の強度分布は、次式①で表わすことができる。

【0029】

* 【数1】

$$I(x, y) = I_0(x, y) + I_0(x - \Delta d_x, y) \\ = I_0(x, y) * [\delta(x, y) + \delta(x - \Delta d_x, y)] \quad \text{①}$$

但し、* はコンボリューション
 $\delta(\cdot)$ は2次元のデルタ関数

【0030】図6に示すように、スペックルグラムに波長 λ のコヒーレント光を照射し、光学的にフーリエ変換した場合には、次式②の変換結果が得られる。

※ 【0031】

【数2】

$$|\zeta[I(x, y)]|^2 = 2 |\zeta[I_0(x, y)]|^2 \times (A) \quad \text{②}$$

$$\text{但し、} A = 1 + \cos\left(2\pi \frac{\Delta d_x}{\lambda f} f_x\right)$$

【0032】すなわち、スペックルパターン強度分布の回折像に、式②中の (A) の直線干渉縞が重畳した像が得られる。 f はフーリエ変換レンズの焦点距離である。 (A) の干渉縞は、距離 Δd_x 離れた2開口の回折パターンと同じになり、ヤング縞と呼ばれるものである。したがって、ヤング縞の間隔 $\lambda f / \Delta d_x$ (図6参照) から移動量 Δd_x を求めることができる。また、ヤング★

★縞は一般に移動方向に垂直な直線群となるため、ヤング縞の方向から移動方向も特定できる。

【0033】本実施例の抽出部27a(図3のフローのステップ48)では、次式③を用いてフーリエ変換を行う。

【0034】

【数3】

$$\zeta[I(x, y)] = \exp\left[i \frac{\pi}{\lambda f} (x^2 + y^2)\right] \\ \times \iint I(x', y') \\ \times \exp\left[-i \frac{2\pi}{\lambda f} (xx' + yy')\right] dx' dy' \quad \text{③}$$

【0035】この式③は、上式②の左辺の $\zeta[I(x, y)]$ に対応するものである。式③の結果の絶対値を2乗すると、 $|\zeta[I(x, y)]|^2$ となって、スペックルパターンの強度分布が得られるから、検出部27b(図3のステップ49)でヤング縞の間隔を求め、さらに、演算部27c(図3のステップ50)で、移動量 Δd_x を演算すればよい。

【0036】このように本実施例では、紙幣2のような

粗面を持つペーパー状物体の移動量を、スペックルグラムの原理を応用して正確に測定できる。したがって、繰り出し中の紙幣2の移動量を一定に保つように、例えば、ピックアップ4の回転数や回転速度、並びに、紙幣束1への押圧荷重(図12の W_a 参照)などを最適制御することが可能となり、搬送状態を常に適正に維持して、多重送りなどのトラブル発生を未然に防止することができるから、特に、有価証券類の搬送機構に適用して

9

好ましい有益な技術を提供できる。

【0037】なお、上記実施例では、所定の周期 Δt ごとに第1のメモリ25の記憶画像を第2のメモリ26に転送しているが、これは、移動前後の二つのスペックルパターンの変形を避けるための対策である。また、このような転送を行うことにより、常に Δt の間の二つのスペックルパターンに基づいてフーリエ変換が行われるから、ペーパー状物体の移動距離をいくら長く（理論上は無限長）しても測定に支障はない。

【0038】また、本実施例では、紙幣2の終端部を検出するための機能を搭載している。この機能を実現するのに必要な事項の第1は、コヒーレント光21の紙幣2への入射角（図2の角度AOC）を0度より大きく且つ90度より小さくすること、第2は、第1のメモリ25又は第2のメモリ26の記憶画像から反射光量ゼロに相当する信号レベルの画素群で構成された画像領域を検出するための手段（終端検出部29）を備えることである。

【0039】図7に示すように、紙幣2が移動途中の場合、紙幣2の粗面に対して光軸を斜めにしたコヒーレント光21は、紙幣2の粗面上に所定のスポットサイズでほぼ均一に照射され、その反射光22はスポット域の全体で高いレベル（白レベル又は印刷模様によっては中間レベル）にある。しかし、図8に示すように、スポット域と紙幣2の終端部が重なると、紙幣2の厚みに応じた長さの影（ハッチング部分）ができ、反射光22は影の部分で低いレベル（黒レベル）になる。したがって、画像の中からこの影の部分を見つけることにより、紙幣2の終端部を検出できる。因みに、図9（a）は影がない場合の画像例、図9（b）は影がある場合の画像例である。図9（b）において、60は影の部分に相当する帯状領域である。この帯状領域60を検出することにより、繰り出し段階でも搬送数をカウントでき、従来例のカウント数（搬送後のカウント数）と併用すれば、より一層、正確な搬送管理を行うことができる。

【0040】なお、図10は、移動量 Δd_x や終端検出信号Sendから算出した各紙幣2ごとの移動距離Lを視覚的に示すグラフである。縦軸は移動距離（L）、横軸は時間（T）である。横軸上の細目盛は図3の処理フ＊

$$C(\tau) = \int S_a(x) \times S_b(x+\tau) dx \dots\dots\dots ⑤$$

を計算すると、

$$\tau = \Delta d_x \dots\dots\dots ⑥$$

の場所に $C(\tau)$ のピークが現れる。したがって、上式⑤の $C(\tau)$ のピーク位置を求めれば、上式⑥から Δd_x を求めることができる。

【0046】

【発明の効果】請求項1及び2記載の発明によれば、ペーパー状物体の第1の時点から第2の時点までの移動量を正確に測定することができ、また、請求項2記載の発

(6)

10

*ローの周期 Δt 、太目盛は終端検出信号Sendを示している。 $T = n \times \Delta t$ 時間分の移動量 Δd_x を加算すると、T時間の移動距離Lは、次式④で求められる。

【0041】

【数4】

$$L = \sum_{i=1}^n \Delta d_{x,i} \dots\dots\dots ④$$

【0042】図10のグラフによれば、例えば、1枚目の $2\Delta t$ 周期の移動速度が Δt と Δd_x の傾きで表わされており、この傾きと次周期の傾きを比べると、次周期の傾きの方が少し緩やかになっている。これは、 $2\Delta t$ 周期の Δd_x に基づいて、例えば、ピックアップ4の回転速度をフィードバック制御した結果、 Δd_x が目標値を上回っているとして、同回転速度が低下側に自動修正されたことを表している。このように、本実施例の搬送機構においては、そのときの Δd_x が目標値と一致するように搬送機構各部の設定値がフィードバック制御されるため、紙幣2の状態（例えば、新紙幣であるか古い紙幣であるか）などに左右されず、常に安定した性能を発揮することができる。

【0043】上記実施例では、フーリエ変換の手法を用いて移動量 Δd_x を求めているが、第1のメモリ25の記憶画像と第2のメモリ26の記憶画像との間に明らかなずれが認められる場合には、図11に示すように、二つの記憶画像の相関を評価し、その相関値又は相関値に比例した値を移動量 Δd_x として出力してもよい。これによれば、フーリエ変換のような周波数演算処理を要しないため構成を簡素化できるというメリットが得られる。なお、図11の構成においては、第1のメモリ25の記憶画像と第2のメモリ26の記憶画像との加算処理は行わない。 Δt に対応する微小時間後に第1のメモリ25の記憶画像を第2のメモリ26に転送し、これら二つの記憶画像を相関部61で評価する。

【0044】今、第1のメモリ25の記憶画像のx方向の濃度分布を $S_a(x)$ とし、第2のメモリ26の記憶画像のx方向の濃度分布を $S_b(x)$ として、

【0045】

【数5】

明よれば、周波数処理を要しないために回路構成を簡素化できる。請求項3記載の発明によれば、繰り出し側でもペーパー状物体の搬送枚数をカウントできる。

【0047】請求項4記載の発明によれば、搬送機構の各制御量のリアルタイム制御が可能となり、常に安定した搬送性能を維持できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の概念構成図である。

【図2】一実施例のコヒーレント光の入射角説明図であ

50

(7)

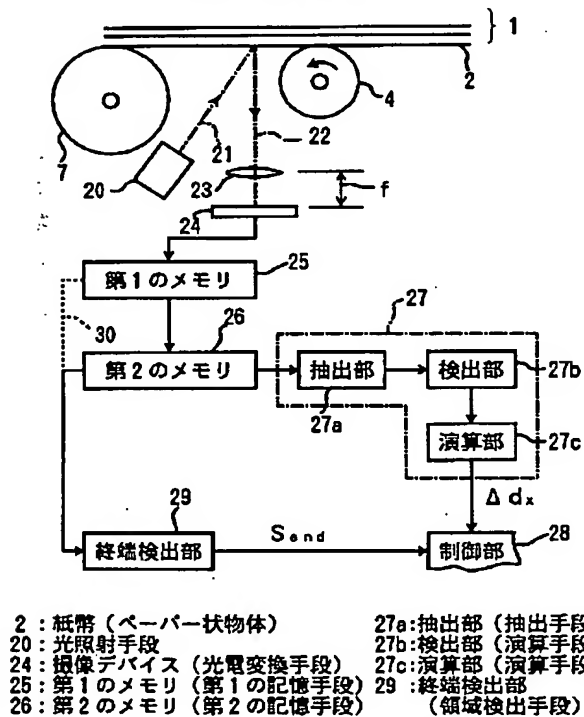
11

る。

- 【図3】一実施例の処理フロー図である。
 【図4】スペックルパターンを示す図である。
 【図5】スペックルグラムの説明図である。
 【図6】光学的なフーリエ変換図である。
 【図7】終端部検出の概念図（その1）である。
 【図8】終端部検出の概念図（その2）である。
 【図9】終端部検出の概念図（その3）である。
 【図10】一実施例の移動速度を視覚化した図である。
 【図11】一実施例の他の概念構成図である。
 【図12】搬送機構の概念構成図である。
 【図13】図12の要部構成図である。

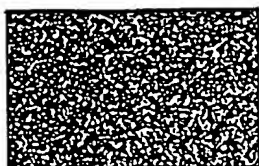
【図1】

一実施例の概念構成図



【図4】

スペックルパターンを示す図



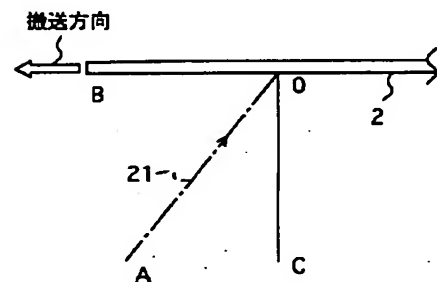
12

【符号の説明】

- 2: 紙幣 (ペーパー状物体)
 20: 光照射手段
 24: 撮像デバイス (光電変換手段)
 25: 第1のメモリ (第1の記憶手段)
 26: 第2のメモリ (第2の記憶手段)
 27a: 抽出部 (抽出手段)
 27b: 検出部 (演算手段)
 27c: 演算部 (演算手段)
 29: 終端検出部 (領域検出手段)
 61: 相關部 (相關手段)

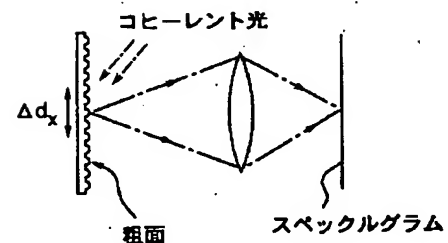
【図2】

一実施例のコヒーレント光の入射角説明図



【図5】

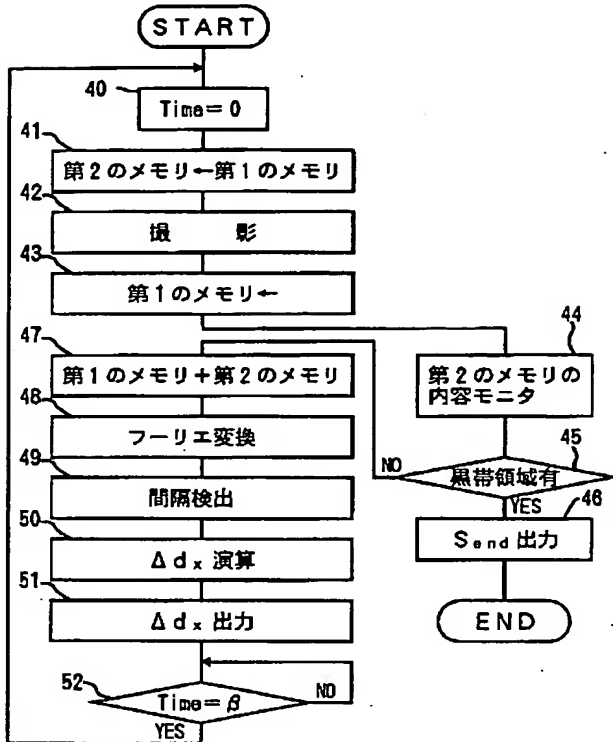
スペックルグラムの説明図



(8)

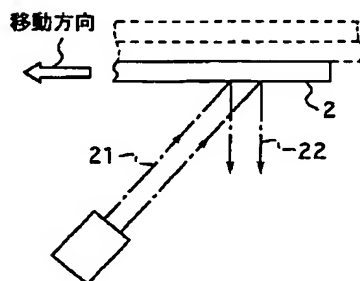
【図3】

—実施例の処理フロー図



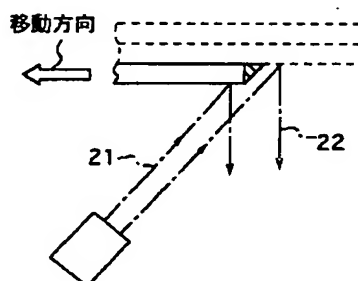
【図7】

終端部検出の概念図 (その1)



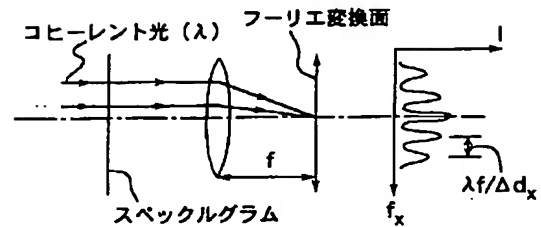
【図8】

終端部検出の概念図 (その2)



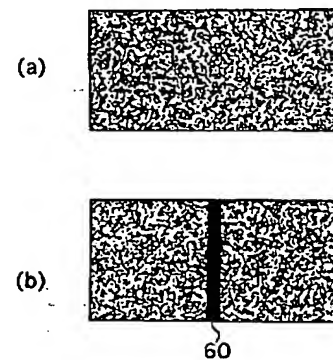
【図6】

光学的なフーリエ変換図



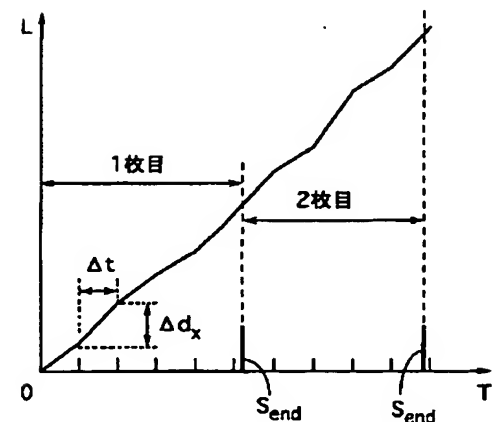
【図9】

終端部検出の概念図 (その3)



【図10】

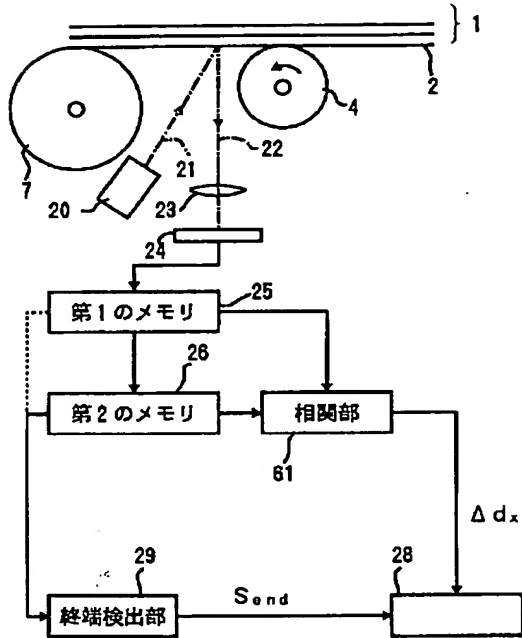
—実施例の移動速度を視覚化した図



(9)

【図11】

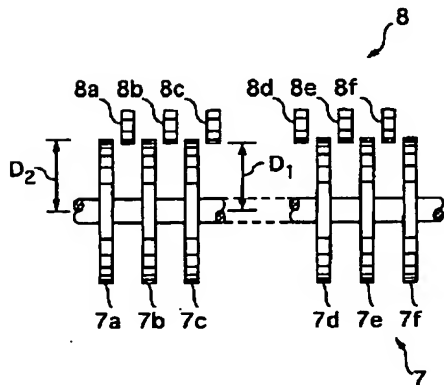
一実施例の他の概念構成図



61: 相関部 (相関手段)

【図13】

図12の要部構成図



【図12】

搬送機構の概念構成図

